



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**
⑩ **DE 201 06 617 U 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 26 B 9/06

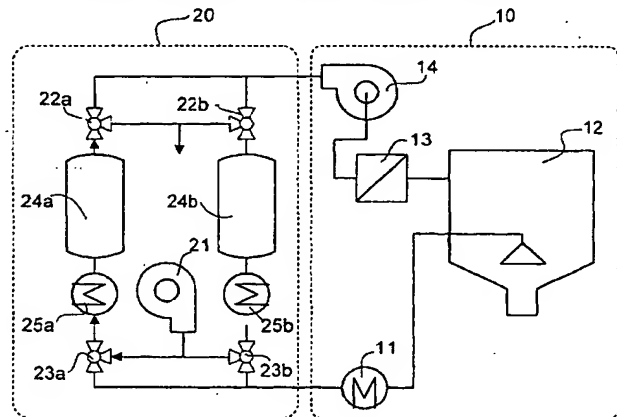
②1	Aktenzeichen:	201 06 617.3
②2	Anmeldetag:	8. 4. 2001
④7	Eintragungstag:	21. 6. 2001
④3	Bekanntmachung im Patentblatt:	26. 7. 2001

DE 201 06 617 U 1

- ⑦3 Inhaber:
Wittmann Robot Systeme GmbH, 90571 Schwaig,
DE
- ⑦4 Vertreter:
Schulze und Kollegen, 90409 Nürnberg

⑤4 Anordnung zur Regeneration von durch Prozessluft mit Feuchtigkeit beladener Trocknungspatronen

⑤7 Anordnung zur Regeneration von durch Prozessluft mit Feuchtigkeit beladener Trocknungspatronen, dadurch gekennzeichnet, dass Trocknungspatronen (24a, 24b) vorhanden sind, die einerseits mit ersten Vier-Weg-Ventilen (22a, 22b) mit einer zwischen diesen angeordneten Querverbindung und andererseits mit zweiten Vier-Weg-Ventilen (23a, 23b) mit einer zwischen diesen angeordneten Querverbindung versehen sind, wobei die zweiten Vier-Weg-Ventile (23a, 23b) nicht direkt, sondern über über jeweils eine Heizung (25a, 25b) mit der zugehörigen Trocknungspatrone (24a, 24b) verbunden sind.



DE 201 06 617 U 1

B 10.04.01

Wittmann Robot Systeme GmbH
90571 Schwaig

Nürnberg, den 07. April 2001
Reg.Nr. 31212

5

10

Anordnung zur Regeneration von durch Prozessluft mit
Feuchtigkeit beladener Trocknungspatronen

15

Die Neuerung bezieht sich auf eine Anordnung zur Regeneration
von durch Prozessluft mit Feuchtigkeit beladener Trocknungs-
20 patronen gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

In zahlreichen Fertigungsprozessen, insbesondere in der
Kunststoffverarbeitung, müssen die Ausgangs- und/oder Zwi-
schenprodukte vor einer Weiterverarbeitung getrocknet werden.
25 Dabei reicht sich die für den Trocknungsvorgang verwendete
Prozessluft mit Feuchtigkeit an, die den Ausgangs- und/oder
Zwischenprodukten entzogen wurde. Grundsätzlich könnte die so
entstehende feuchtigkeitsbeladene warme Prozessluft zwar
unbehandelt in die Umgebung abgegeben und durch Frischluft
30 ersetzt werden. Im Hinblick auf den Energiehaushalt und damit
auch aus Kostengründen scheidet eine solche Lösung jedoch
aus.

DE 20108817 U1

B 10.04.01
2

Bei der Verarbeitung von Kunststoffgranulaten ist es - wie oben bereits erwähnt - erforderlich, das Kunststoffgranulat vor einer Verarbeitung oder Weiterverarbeitung zu trocknen.

5 Dies geschieht mittels des Kunststoffgranulats in einem dafür vorgesehenen Behälter durchströmender trockener Warmluft (Prozessluft), die die Feuchtigkeit zunächst aufnimmt und dann anschließend wieder von der aufgenommenen Feuchtigkeit befreit werden muss.

10

Hierzu wird die mit Feuchtigkeit angereicherte Prozessluft zur Entfeuchtung einem Regenerationsprozess unterworfen. Die Entfeuchtung erfolgt dabei in mit Molekularsieben versehenen Trocknungspatronen, in denen die mitgeführte Feuchtigkeit der
15 Prozessluft adsorbiert wird.

Grundsätzlich werden mehrere solcher Trocknungspatronen verwendet parallel geschaltet. Während zumindest eine Trocknungspatrone in der Trocknungsphase arbeitet, werden gleichzeitig eine oder mehrere parallel geschaltete Trocknungspatronen von der in ihnen adsorbierten Feuchtigkeit befreit und damit für eine neue Trocknungsphase aufbereitet.

Nach dem Stand der Technik ist es beispielsweise bekannt, die
25 Regeneration der Trocknungspatronen im sogenannten Gleichstrom-Prinzip zu betreiben, d.h. die Strömungsrichtung in den Trocknungspatronen ist in der Trocknungsphase für die Prozessluft und in der Regenerationsphase der Trocknungspatrone stets gleichgerichtet.

30

Beim sogenannten Gegenstrom-Prinzip ist die Strömungsrichtung in den Trocknungspatronen während der Regeneration der Trock-

DE 201 05 5 17 U1

B 10.04.01

3

nungspatronen der Strömungsrichtung während des Trocknungsprozesses entgegengesetzt.

Der Vorteil des Gegenstrom-Prinzips liegt in einem deutlich
5 geringerem Energieverbrauch während der Regeneration. Während
die Trocknungspatrone während des Trocknungsprozesses Feuch-
tigkeit aus der Prozessluft aufnimmt, wird sie in Strömungs-
richtung kontinuierlich fortschreitend befeuchtet. Es
entsteht eine in Strömungsrichtung wandernde Trennfront
10 „feucht/trocken“. Rechtzeitig bevor die so entstehende, durch
die Trocknungspatrone wandernde Trennfront „feucht/trocken“
das Ende der Trocknungspatrone erreicht, muss der Strom der
zu trocknenden Prozessluft unter Wahrung einer Sicherheits-
bzw. Pufferzone auf die andere Trocknungspatrone umgeschaltet
15 werden. So ist sichergestellt, dass ohne zeitliche Unterbre-
chung eine trockene Zone zur Verfügung steht und somit ein
kontinuierlicher, unterbrechungsloser Trocknungsprozess ablau-
fen kann.

20 Bei der Gegenstrom-Regeneration wird der noch verbliebene
trockene Bereich der Trocknungspatrone nunmehr als Ausgangs-
punkt benutzt, von dem aus auch die sich anschließenden
durchfeuchteten Bereiche der Trocknungspatrone kontinuierlich
durchlaufend in Gegenrichtung zur vorangegangenen Befeuchtung
25 der Trocknungspatrone wieder getrocknet werden. Die Trenn-
front „feucht/trocken“ wandert nunmehr entgegen ihrer ur-
sprünglichen Bewegungsrichtung zurück.

Bei der Gleichstrom-Regeneration wird der zunächst verblie-
30 bene trockene Bereich der Trocknungspatrone dagegen von der
Trennfront „feucht/ trocken“ überrollt.

DE 20105617 U1

Schließlich kommt teilweise auch das „By-Pass-Verfahren“ zur Anwendung, bei dem die Regeneration der Trocknungspatrone über die gesamte Zeit mit einer Teilmenge der Prozessluft erfolgt. Dabei werden etwa 15 bis 20 % der Prozessluft aus dem Hauptstrom abgezweigt, auf etwa 220 bis 300 ° C aufgeheizt und der zu regenerierenden Trocknungspatrone zugeführt. Nach Abschluss des Trocknungsprozesses wird die der zu regenerierenden Trocknungspatrone zugeordnete Heizung abgeschaltet und mit dem abgezweigten Luftstrom der Prozessluft die regenerierte Trocknungspatrone bis auf ca. 60 ° C abgekühlt. Erst bei einer so weit erniedrigten Temperatur ist das Molekularsieb in der zu regenerierenden Trocknungspatrone wieder voll wirksam. Dabei muss allerdings eine ständig abströmende Teilmenge der Prozessluft als Frischluft in den Kreislauf aufgenommen werden, so dass die Prozessluft in einem gewissen Umfang zusätzlich mit Feuchtigkeit beladen wird und die im Trocknungsprozess stehende Trocknungspatrone schneller mit Feuchtigkeit gesättigt wird.

Wie der Stand der Technik erkennen lässt, gibt es zahlreiche Bemühungen, die Funktionalität und den Wirkungsgrad der Regeneration zu verbessern.

Der Neuerung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Regeneration von durch Prozessluft mit Feuchtigkeit beladener Trocknungspatronen zu schaffen, die bei möglichst geringem apparativen Aufwand und relativ geringem Energieaufwand eine optimierte Regeneration der Trocknungspatronen ermöglicht.

Die Lösung erfolgt mit Hilfe der Merkmale des Anspruchs 1.

Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den nachfolgenden Unteransprüchen.

- 5 Die Neuerung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungsfiguren näher erläutert. Es zeigen:

- 10 Fig. 1 eine Prinzip-Darstellung einer Vorrichtung zur Trocknung von Kunststoffgranulat und zur Regeneration der beim Trocknungsprozess des Kunststoffgranulats befeuchteten Prozessluft mit Hilfe eines Molekularsiebs,
Fig.2 eine Adsorptionsisotherme des Molekularsiebs und
15 Fig. 3 eine grafische Darstellung des Temperaturverlaufs während der Regeneration.

In Fig. 1 zeigt der umrandete rechte Bereich 10 einen Trocknungsbehälter 12, dem in seinem unteren Bereich von einer Heizung 11 kommende Prozessluft zugeführt wird. Die Prozessluft durchströmt das zu trocknende Granulat und tritt im oberen Bereich des Trocknungsbehälters 12 aus diesem wieder aus. Über ein Filter 13 gelangt die Prozessluft dann zu einem Gebläse 14, von wo die Prozessluft in den Trocknungsbereich 20 weitergeleitet wird.

In diesem Trocknungsbereich 20 für die Prozessluft sind zumindest zwei Trocknungspatronen 24a und 24 b angeordnet, denen über Ventile 22a bzw. 22b die zu trocknende Prozessluft zugeführt werden kann. In einer ersten Phase wird einer Trocknungspatrone 24b wird über ein Ventil 22b die zu trock-

B 10.04.01
6

nende bzw. zu entfeuchtende Prozessluft zugeführt. Während des Durchströmens des in der Trocknungspatrone 24b angeordneten Molekularsiebs wird die in der Prozessluft enthaltene Feuchtigkeit in dem Molekularsieb adsorbiert. Im Molekularsieb
5 bildet sich ein durchfeuchteter Eingangsbereich und ein sich anschließender trockener Bereich.

Die Trennfront „feucht/trocken“ wandert dabei kontinuierlich vom Eintrittsbereich zum Austrittsbereich der Trocknungspatrone 24b. Während dessen wird in einem ersten Verfahrensschritt der Trocknungspatrone 24a mit einem Gebläse 21 über ein Ventil 23a und eine Heizung 25a heiße atmosphärische Luft zugeführt. Die mit der Heizung 25a auf etwa 220 bis 300 ° C erwärmte Frischluft wird der zu regenerierenden Trocknungspatrone 24a in Gegenrichtung zur Strömungsrichtung der Prozessluft so lange zugeführt, bis die Trennfront „trocken/feucht“, die sich nun von unten nach oben bewegt, den oberen Bereich der Trocknungspatrone 24a erreicht. Wenn die Trennfront „trocken/feucht“ den oberen Bereich der Trocknungspatrone 24a erreicht, wird der zweite Verfahrensschritt eingeleitet. Die
15 Heizung 25a wird abgeschaltet und das Ventil 23a derart umgesteuert, dass nunmehr getrocknete Prozessluft von ca. 60° C für die Nachtrocknung und Kühlung der Trocknungspatrone 24a in diese zu regenerierende Trocknungspatrone eingeleitet
20 wird, und zwar entgegen der Richtung, die für die zu trocknende Prozessluft festgelegt ist.

Bei den oben geschilderten Abläufen ist wichtig, dass rechtzeitig bevor die Trennfront „feucht/trocken“ der im Trocknungsprozess für die Prozessluft stehenden Trocknungspatrone 24b deren Austrittsbereich erreicht, die Ventile 22a, 22b, 23a und 23b so gesteuert werden, dass die zu trocknende
30

DE 20108617 U1

B 10.04.01
7

Prozessluft nicht mehr der Trocknungspatrone 24b, sondern der anderen Trocknungspatrone 24a zugeführt wird und nunmehr diese von oben nach unten durchströmt.

- 5 Die zuvor geschilderten Vorgänge laufen nunmehr mit zwischen Trocknungspatronen 24b und 24a vertauschten Rollen ab.

Anstelle der im Ausführungsbeispiel dargestellten zwei Trocknungspatronen 24a und 24b können darüber hinaus auch
10 weitere Trocknungspatronen vorgesehen sein. Bei unterschiedlicher Nutzungsdauer der Trocknungspatronen 24a und 24b für den Trocknungsprozess der Prozessluft einerseits und für den Regenerationsprozess der Trocknungspatronen 24a bzw. 24b
15 andererseits kann dem durch entsprechende Wahl der Zahl der im Trocknungs- bzw. Regenerationszyklus stehenden Trocknungspatronen Rechnung getragen werden.

Nach der mit Heissluft von ca. 220 bis 300 ° C erfolgten Trocknung der Trocknungspatrone 24a bzw. 24b muss diese auf
20 eine Temperatur von ca. 60 ° C abgekühlt werden, da erst bei einer solchen, erniedrigten Temperatur das Molekularsieb der Trocknungspatronen 24a, 24b wieder seine volle Wirksamkeit erreicht.

25 Für den Rückkühlvorgang kann ein Wärmetauscher vorgesehen werden. Mit einem solchen Wärmetauscher kann die nicht genutzte Wärmeenergie aus der Regeneration der Trocknungspatronen 24a, 24b in den Trockenluftstrom für das Trockengut überführt werden. Insbesondere bei einem Trockengut mit ge-
30 ringen Trocknungstemperaturen kann dies jedoch zu Problemen führen. Eine Verringerung der Wärmeaustauscher-Leistung oder gar ein Kühler können erforderlich werden.

DE 20106617 U1

B 10.04.01

8

Bei der teilweisen oder ausschliesslichen Verwendung atmosphärischer Luft hängt die Qualität der Regeneration - insbesondere während der Kühlphase - auch von der Luftfeuchte der atmosphärischen Luft ab. Dies wird durch die Adsorptions-Isothermen in Fig. 2 deutlich.

Die Prozessluft wird auf ca. 220 bis 300 °, vorzugsweise jedoch auf 250 ° C, erwärmt, bevor diese zum Zweck der Regeneration der Trocknungspatrone 24a bzw. 24 b durch diese hindurchgeleitet wird. Dadurch werden die Bindungskräfte des Wassers zum Molekularsieb in der Trocknungspatrone 24a, 24b aufgehoben. Das Wasser kann von der Regenerationsluft aufgenommen werden. Dabei wird Energie verbraucht. In der Fig. 2 befindet sich das Molekularsieb im Zustand A1. Der Zeitpunkt, zu dem die gesamte Trocknungspatrone 24a, 24b kein Wasser mehr abgibt, kann durch den Temperaturverlauf auf der Abströmseite der Trocknungspatrone ermittelt werden. Zu diesem Zeitpunkt steigt die Temperatur - wie die Fig. 3 erkennen lässt - deutlich schneller an.

Bei dem bekannten Verfahren erreicht das Molekularsieb den Wert A2 in der Darstellung gemäss Fig. 2. Dieser Zustand hängt aber auch von äußeren klimatischen Verhältnissen ab. Da bei ausschließlich mit atmosphärischer Luft arbeitenden Verfahren nur der Zustand A2 erreicht wird, ist der Taupunkt des Trockners deutlich höher als beim patentgemässen Verfahren, für das der Zustand B2 erreicht wird. Ursache ist die Restfeuchte im Molekularsieb.

DE 20106517 U1

B 10.04.01
9

Für die Kühlung der Trocknungspatrone 24a, 24 b wird ein aus der Prozessluft abgezweigter Teilluftstrom genutzt. Damit ergibt sich ein Ergebnis für die Regeneration, das nur noch vom Taupunkt der Prozessluft abhängt. da ein konstanter Tau-
5 punkt für die Prozessluft angestrebt und weitgehend erreicht wird, ist auch das Ergebnis der Regeneration praktisch konstant.

Die eingesetzte Energie für die Regeneration ist durch die
10 Wahl des weiter oben bereits erläuterten Gegenstrom-Prinzips optimiert.

Bei der Regeneration wird atmosphärische Luft mit dem Regeneriergebläse 21 angesaugt, durch geeignete Ventilstellung
15 23a der Regenier-Heizung 25a zugeführt und dort erhitzt. Dabei erfolgt eine Erwärmung der Regenerierluft auf etwa 220 bis 300 ° C. Die s erhitzte Luft gelangt zur zu regenerierenden Trocknungspatrone 24a. Dort nimmt die ehitzte Luft Feuchtigkeit aus der Trocknungspatrone 24a auf. Dabei wird
20 die Tatsache genutzt, dass das Molekularsieb bei höheren Temperaturen weniger Wasser aufnehmen kann. Die mit Wasser beladene Luft wird durch geeignete Ventilstellung 22a an die Umgebung abgegeben. Im nächsten Verfahrensschritt wird dan die Regenerations-Heizung 25a abgeschaltet und die Luftströmung
25 derart gesteuert, dass bereits getrocknete Prozessluft mit einer Temperatur von ca. 50 bis 60 ° C für die Rückkühlung der Trocknungspatrone 24a verwendet wird.

In Verbindung mit der im Molekularsieb gespeicherten Wärme
30 findet eine Nachtrocknung der Trocknungspatrone 24a statt. Die nachtrocknung ist von äußerenm Klimabedingungen unabhängig. Das Molekularsieb strebt ein neues, in Bezug auf den

DE 20106617 U1

B 10.04.01

10

Wassergehalt tieferes Niveau an. In der Fig. 2 befindet sich das Molekularsieb nunmehr im Zustand B1 bzw. - wenn die gesamte Wärme aufgebraucht ist - im Zustand B2.

- 5 Die Luftströmung kann mit en Ventilen 22a, 22b, 23a, 23b derart gesteuert werden, dass die regenerierte Trocknungspatrone 24a wieder für die Trocknung der Prozessluft eingesetzt werden kann. Ganz entsprechend verläuft der Vorgang wechselweise mit der Trocknungspatrone 24b.

10

15

20

25

30

DE 20106 617 U1

B 10.04.01

11

Wittmann Robot Systeme GmbH
90571 Schwaig

Nürnberg, den 07. April 2001
Reg.Nr. 31212

5

10

S c h u t z a n s p r ü c h e :

1. Anordnung zur Regeneration von durch Prozessluft mit Feuchtigkeit beladener Trocknungspatronen, dadurch gekennzeichnet, dass Trocknungspatronen (24a, 24b) vorhanden sind, die einerseits mit ersten Vier-Weg-Ventilen (22a, 22b) mit einer zwischen diesen angeordneten Querverbindung und andererseits mit zweiten Vier-Weg-Ventilen (23a, 23b) mit einer zwischen diesen angeordneten Querverbindung versehen sind, wobei die zweiten Vier-Weg-Ventile (23a, 23b) nicht direkt, sondern über jeweils eine Heizung (25a, 25b) mit der zugehörigen Trocknungspatrone (24a, 24b) verbunden sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gebläse (21) vorhanden ist, über das atmosphärische Luft in die Verbindung zwischen den zweiten Vier-Weg-Ventilen (23a, 23b) einleitbar ist.

30

Vt/sh-D

DE 201065617 U1

B 10.04.01

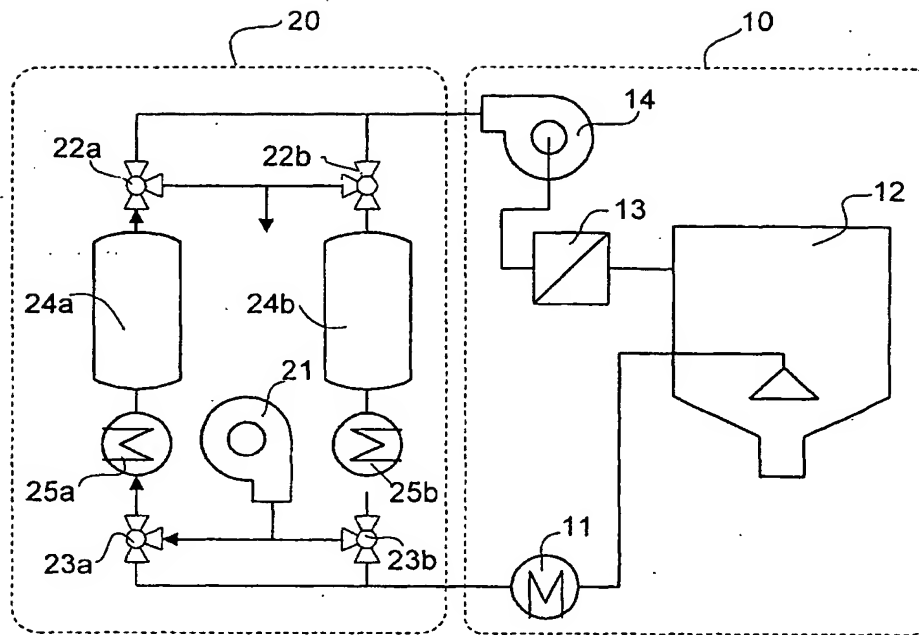


Fig. 1

DE 20106617 U1

B 10.04.01

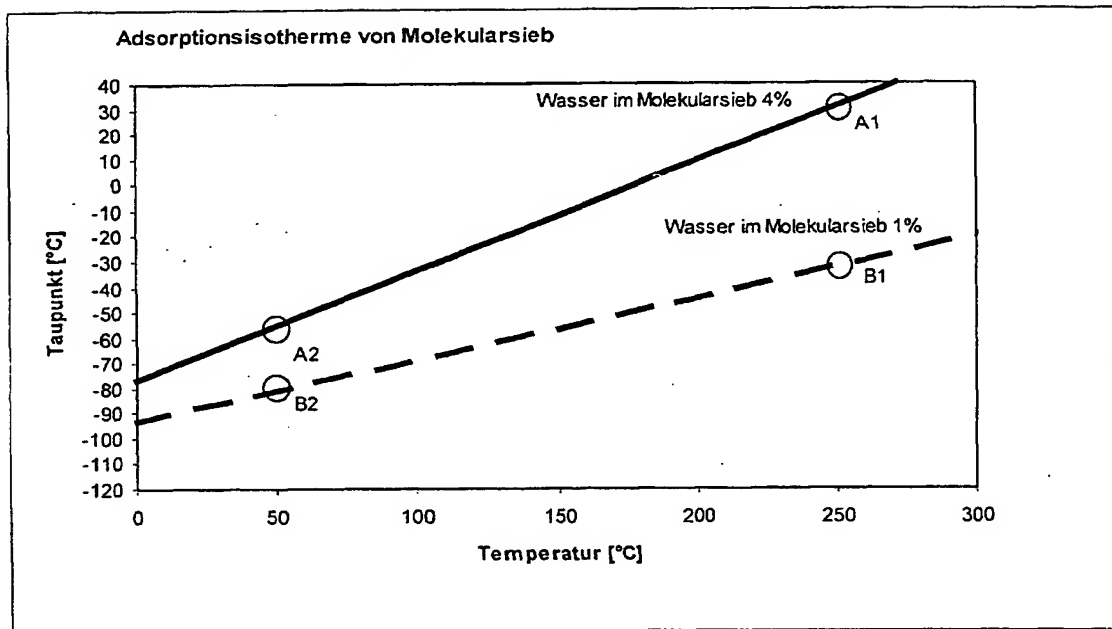


Fig. 2

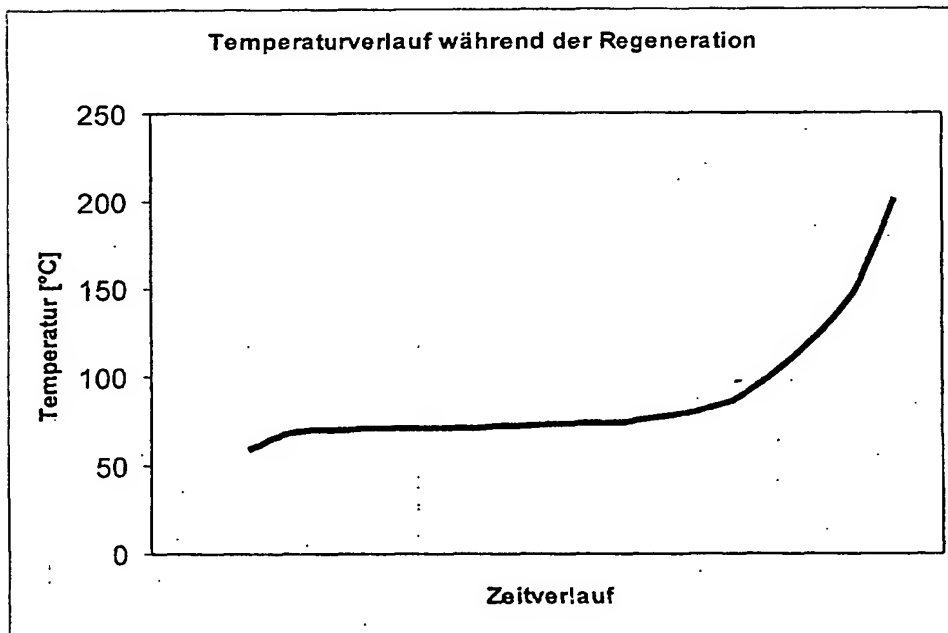


Fig. 3

DE 20106617 U1

Docket # WBW-13036

Applic. # 10/534,682

Applicant: Wiedl et al.

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101